



中等专业学校教材

化学纤维工艺学

上册

林求德 姚庭熙
李德深 刘华成 编

中国财政经济出版社

中等专业学校教材
化学纖維工艺学
上 册

林求德 姚庭熙 编
李德深 刘华成

*

中国财政经济出版社出版
(北京永安路18号)

北京市書刊出版业营业許可証出字第111号

中国财政经济出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

850×1168毫米1/32·10⁴/32印张·2插頁·256千字

1965年2月第1版

1965年2月北京第1次印刷

印数: 1~3,000 定价: (科四)1.20元

統一書号: K15166·247

中等专业学校教材

化学纖維工艺学

上册

林求德 姚庭熙 编
李德深 刘华成

中国财政经济出版社

1965年·北京

編 写 說 明

一、这一教材由上海纺织工业学校化学纖維专业教研组林求德、姚庭熙、李德深、刘华成在过去所编讲义的基础上，结合近年来的教学实践修订而成。最后請华东纺织工学院方柏容教授作了全面的审阅。

二、这一教材分上下两册。上册共九章，第一章为化学纖維概述，第二章至第九章为粘胶纖維。下册共十一章，第十、十一、十二章分別为铜鉍纖維、醋酯纖維和蛋白质纖維；第十三章为聚酰胺纖維；第十四章为聚酯纖維；第十五章为聚乙烯醇纖維；第十六章为聚丙烯腈纖維；第十七章为高氯素纖維；第十八章为含氟纖維；第十九章为等规聚合物纖維；第二十章综合讨论化学纖維的性质及其应用。

三、限于编写人员的水平，这一教材一定还存在很多缺点。特别是目前各校都在进行教学改革，对教材的编写提出了更高的要求，以此来衡量，教材内容距离教学要求就会更远。因此，我们诚恳地希望兄弟院校的教师和同学们，以及化学纖維方面的专家多给我们提出宝贵意见，以便在再版时修订。

編 者

1964年7月

目 录

第一章 概述	(9)
第一节 化学纤维和它的发展	(9)
一、化学纤维的分类	(9)
二、化学纤维的发展简史	(10)
三、化学纤维在国民经济中的地位	(12)
四、我国的化学纤维工业	(13)
第二节 化学纤维生产的一般原理和方法	(13)
一、高分子原料的获得	(14)
二、纺丝熔体或纺丝液的制备	(15)
三、化学纤维的成型	(16)
四、后处理及纺织准备	(17)
第三节 化学纤维的量度系统	(17)
一、纤维度	(17)
二、强度	(19)
第四节 化学纤维的一般性质	(21)
第二章 粘胶纤维的生产过程和主要原材料	(25)
第一节 粘胶纤维的生产过程	(25)
第二节 浆粕	(27)
一、棉绒浆粕	(27)
二、木材浆粕	(28)
三、草类浆粕	(29)
第三节 浆粕的制造	(29)
一、碱法	(29)
二、预水解硫酸盐法	(40)
三、亚硫酸盐法	(41)
四、氯化法	(42)

第四节 浆粕的品质	(43)
一、浆粕的化学成分	(43)
二、浆粕的物理化学性能	(47)
三、浆粕的工艺性能	(49)
第五节 化工原料	(52)
一、氢氧化钠	(52)
二、二硫化碳	(55)
三、硫酸	(58)
四、水	(59)
第三章 黄酸纖維素鈉的制备	(62)
第一节 碱纖維素的制备	(62)
一、浸渍前的准备工作	(62)
二、浸渍和压榨的作用	(67)
三、浸渍压榨设备	(69)
四、浸渍压榨的工艺参数	(76)
五、碱纖維素的撕碎	(79)
六、浸渍压榨撕碎联合机	(84)
七、碱纖維素的老化	(93)
第二节 黄酸纖維素鈉的制备	(101)
一、黄酸化过程的化学反应	(101)
二、黄酸盐的性质	(104)
三、黄酸化的工艺参数	(105)
四、黄酸化设备	(110)
五、五合机	(116)
六、黄酸化车间的安全措施	(120)
七、二硫化碳的贮存及输送	(121)
第四章 紡絲液的制备	(124)
第一节 黄酸盐的溶解	(124)
一、黄酸盐的溶解	(124)
二、粘胶溶液的配制	(125)
三、粘胶组成的合理化	(127)

四、溶解工艺参数	(130)
五、溶解设备	(131)
六、粘胶的混和	(136)
七、有色絲粘胶的制备	(136)
八、无光絲粘胶的制备	(137)
第二节 粘胶的熟成	(137)
一、熟成的作用	(137)
二、熟成工艺参数	(144)
三、熟成设备	(147)
第三节 粘胶的过滤和脱泡	(149)
一、粘胶的过滤	(149)
二、粘胶的脱泡	(154)
三、废粘胶的回收	(156)
第五章 粘胶纖維的成型	(157)
第一节 成型机理	(157)
一、成型过程	(157)
二、成型过程的讨论	(159)
第二节 纺絲机的构件	(161)
一、输送并分配粘胶的构件	(161)
二、成型构件	(166)
三、抽伸机构	(168)
四、受絲机构	(170)
第三节 纺絲机的型式	(176)
一、筒管式纺絲机	(176)
二、离心式纺絲机	(176)
三、连续式纺絲机	(179)
四、半连续式纺絲机	(183)
第四节 一浴法成型的工艺参数	(185)
一、纺絲速度	(185)
二、酸浴溫度	(186)
三、酸浴组成	(186)

四、絲条浸浴长度	(187)
五、酸浴循环量	(188)
六、粘胶的性质	(188)
七、絲条及单絲的粗度	(189)
第五节 强力粘胶纖維的制造	(189)
一、生产强力粘胶纖維的意义	(189)
二、强力粘胶纖維的结构	(190)
三、制造强力粘胶纖維所用浆粕	(191)
四、强力粘胶纖維的成型	(192)
五、强力粘胶纖維的紡絲设备	(195)
六、新型高强度粘胶纖維	(196)
第六节 粘胶短纖維的制造	(198)
一、概述	(198)
二、粘胶短纖維制造的特点	(199)
三、新型粘胶短纖維	(203)
第七节 粘胶纖維的二浴法和干法成型	(208)
第八节 紡絲车间的安全技术	(210)
第六章 粘胶纖維的后处理	(213)
第一节 后处理过程及其作用	(213)
一、水洗	(213)
二、脫硫	(214)
三、漂白	(217)
四、酸洗	(221)
五、上油	(222)
第二节 粘胶人造絲的后处理	(224)
一、絲餅的后处理	(224)
二、筒管絲的后处理	(232)
三、絲绞的后处理	(235)
四、强力粘胶纖維的后处理	(236)
第三节 粘胶短纖維的后处理	(237)
一、絲束状短纖維的后处理	(238)

二、切断短纖維的后处理	(239)
三、二硫化碳的回收	(245)
第四节 粘胶纖維的烘干	(248)
一、粘胶人造絲的烘干	(250)
二、粘胶短纖維的烘干	(252)
第五节 粘胶纖維的纺织准备	(256)
一、加拈	(256)
二、成绞	(262)
三、络絲	(263)
四、分级和包装	(267)
第七章 粘胶纖維的品質及其特种处理	(270)
第一节 粘胶纖維的品質	(270)
第二节 粘胶纖維的特种处理	(273)
第八章 粘胶薄膜的生产	(278)
第一节 粘胶溶液的制备	(278)
第二节 粘胶薄膜的成型	(280)
第三节 粘胶薄膜的后处理	(285)
第四节 粘胶薄膜的品質	(289)
第五节 粘胶薄膜的抗水处理	(289)
第九章 粘胶纖維生产的輔助部門	(291)
第一节 碱站	(291)
一、碱站的任务	(291)
二、碱液的配制	(291)
三、碱液的回收	(293)
四、碱站工艺计算	(299)
第二节 酸站	(301)
一、酸站的任务及酸浴的循环	(301)
二、酸站的设备	(302)
三、酸浴平衡及酸浴循环量的计算	(312)
第三节 粘胶纖維厂的污水处理	(318)

一、污水的性质及其来源	(318)
二、污水处理的要求	(319)
三、污水处理的方法	(320)
四、污水处理的过程	(322)

第一章 概 述

第一节 化学纖維和它的发展

一、化学纖維的分类

目前，供穿衣用的纺织纖維主要有两大类。一类是天然纖維，包括植物纖維（棉、麻等）和动物纖維（如羊毛、蚕絲等）。另一类是化学纖維，这是指用天然的或合成的高分子物作原料，经过化学加工制成的纖維。化学纖維按所用原料及制造方法的不同，又可分为两类。一类是用天然的高分子物（如纖維素、酪素等）经过化学加工而得到的，称为人造纖維（如粘胶纖維、酪素纖維等）；另一类是由简单的化学物质，借有机合成的方法制成单体，再经聚合成聚合体而纺成的纖維，称为合成纖維。化学纖維的分类见表1—1。

表1—1 化学纖維的分类

化学纖維	人造纖維	纖維素及其	
		衍生物纖維	——粘胶纖維，銅鉍纖維，醋酯纖維。
		蛋白質纖維	——酪素蛋白質纖維，花生蛋白質纖維，大豆蛋白質纖維，玉蜀黍蛋白質纖維。
	合成纖維	碳鏈纖維	——聚丙烯腈纖維（如奧綸），高氯素纖維（如氯綸），聚乙烯醇纖維（如維尼綸），含氟纖維（如素氟綸、氟他綸），等規結構纖維（如麦普綸）。
		杂鏈纖維	——聚酰胺纖維（如卡普隆、耐綸），聚酯纖維（如蘇綸）。

化学纖維根据产品的形式和用途，可分为长纖維、短纖維及强力纖維三种。长纖維的絲条连续长度可以不受限制，在生产上常达数千米。短纖維是把长纖維束切成一定长度，使之适合与棉或毛混纺，或单独纺制成纱。强力纖維是长纖維，但比一般长纖維

纖維條粗大，强度高，可以制成輪胎上用的帘子線。

二、化學纖維的發展簡史

在化學纖維發展史上，第一個生產品種是硝酸纖維。它是把纖維素經過硝化得到的硝酸纖維素酯，在醚和乙醇混合液內配制成溶液，然後紡成纖維。這種纖維容易燃燒，品質並無特殊優異之處，現在已不再生產。

1891年克勞斯和貝文利用纖維素黃酸鈉配成溶液（粘膠）紡制出粘膠纖維，1905年開始建立工廠。粘膠纖維由於它的原料來源豐富，成本比較低廉，品質較好，因此應用範圍很廣，發展十分迅速。目前世界粘膠纖維的產量約占化學纖維總產量的三分之二。

銅銨纖維差不多和粘膠纖維同時問世。它是直接把纖維素溶於氫氧化銅銨溶液後紡制成的纖維。由於生產條件不如粘膠纖維簡便，因此沒有得到廣泛的發展。不過近年來由於成型——後處理——加拈連續生產工藝的改進，它在工業生產上已被重視起來。

第一次世界大戰以後，有人把大量用作塗料的醋酸纖維素制成了醋酸纖維，作為紡織原料。醋酸纖維因生產過程比較簡單，發展比較迅速。目前世界醋酸纖維的產量約占化學纖維總產量的7~8%。

1937年用酪素製造蛋白質纖維獲得成功。到目前為止除酪素蛋白質纖維外，還有玉蜀黍、花生及大豆等蛋白質纖維。這些纖維雖然具有和羊毛相似的一些特點，但是由於它的強度低，原料多數是營養價值較高的副食品，所以發展受到一定的限制。

1938年以後，出現了完全用合成的高分子物制成的纖維——合成纖維。第一個供應市場的是聚酰胺纖維，以後又陸續出現聚丙烯腈、聚酯、聚乙烯醇縮醛和高氯素等纖維。合成纖維由於所用原料的來源非常廣泛，纖維的品質又能滿足多方面的需要，因

此它不论在产量上和品种上发展都十分迅速。及至最近等规结构纤维的制造成功,就更进一步说明了它的发展前途是非常宽广的。

下面我们把世界化学纤维产量发展的情况、几种主要化学纤维产量的比较、长纤维和短纤维产量的比较,列入表1—2、1—3、1—4。

表1—2 世界化学纤维产量发展的情况 (单位: 千吨)

年份	1900	1925	1929	1936	1938	1940	1945	1950	1956	1958	1959	1960	1961	1962
产量	1	86.5	203.7	586	811	1119	634	1633	2680	2685	3097	3317	3628.1	3943.5

表1—3 几种主要化学纤维产量的比较 (%)

年 份	粘胶纤维	铜氨纤维	醋酸纤维	合成纤维	蛋白纤维
1940	88.9	2.8	7.9	0.23	0.17
1950	77.17	1.8	16.29	4.5	0.15
1955	80.32	1.58	5.64	12.34	0.12
1956	81.28	1.52	5.02	12.04	0.14
1957	82.14	1.43	4.68	11.59	0.16
1958	81.59	1.52	3.74	12.96	0.19
1959	73.4	—	8.0	18.6	—
1961	68.9	—	7.4	23.7	—
1962	65.2	—	7.5	27.3	—

表1—4 化学纤维中长纤维和短纤维产量的比较 (%)

年 份	1934	1938	1948	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962
长 纤 维	94	49	64.3	50.1	44.9	45.4	42.4	41.9	41.3	49	48	46.2	45.8
短 纤 维	6	51	35.7	49.9	55.1	54.6	57.6	58.1	58.7	51	52	53.8	54.2

从表1—3可知,粘胶纤维的产量在化学纤维中占第一位。
从表1—4可知,短纤维的产量大于长纤维,这是因为短纤维的

生产过程比较简单，用途也较广泛。

三、化学纖維在国民經济中的地位

由于化学纖維的用途日益扩大，它在国民经济中的地位越来越重要了。我们从表1—5可以看出，世界化学纖維产量增长的速度远远超过天然纖維。自1930年到1962年，世界上棉花产量增长97.5%，羊毛产量增长44%，天然絲几乎减少一半，而化学纖維产量却增长了18.9倍，达到羊毛产量的两倍以上，占据各种纺织纖維产量的第二位。

表1—5 世界紡織纖維产量的变化 (单位：千吨)

年 份	化 学 纖 維		棉 花		羊 毛		絲		总 計
	产 量	百分比	产量	百分比	产量	百分比	产量	百分比	
1900	1	—	3164	80.6	727	19	17	0.4	3809
1930	208.0	3.0	5489	81.0	1005	15	60	1.0	6762
1940	1130.0	13.1	6228	73.0	1134	13.2	60	0.7	8552
1953	2685.0	20.6	9036	69.0	1297	9.95	33	0.25	13050
1959	3097	21.0	10212	69.0	1460	9.88	33	0.22	14802
1960	3317	22.2	10212	68.0	1440	9.6	33	0.22	15003
1961	3528.1	23.3	10120	66.8	1472	9.7	32	0.21	15152
1962	3943.5	24.2	10850	66.5	1447	8.9	33.3	0.20	16273.8

化学纖維除供做衣着材料以外，其它的用途也越来越广泛。例如：用化学纖維做飞机和汽车的轮胎帘子线，可以提高轮胎的使用寿命，降低橡胶的耗用量。国防工业用的降落伞、陆军用的营帐、海军用的航海用具，都需要用合成纖維来制造。此外，合成纖維还可以做成渔网、绳索、化学工业用的滤布以及电讯工业用的绝缘材料等。

生产化学纖維所消耗的劳动力少。例如，生产同量的粘胶纖維、棉或絲，粘胶纖維所消耗的劳动力只有棉的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ ，絲的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{12}$ 。而且，发展化学纖維不要耗用耕地面积。例如每建立

一个日产量为 100 吨的粘胶纤维厂，所生产的粘胶纤维可以代替 30 万亩棉田所生产的棉花，这就为发展粮食和其它经济作物的生产提供了有利的条件。

生产化学纤维所用的原料充沛易得。例如，木材、棉绒、甘蔗渣、石油气、煤焦油气等，均可作为化学纤维的优良原料，不像天然纤维的生产要受自然条件的限制。

四、我国的化学纤维工业

化学纤维工业，在我国还是一个新兴的工业部门。解放前我国只有两个设备破旧不堪、生产也不正常的化学纤维厂，技术力量也非常薄弱。解放后，在中国共产党和人民政府的正确领导下，我们迅速地恢复了原有工厂的生产，并且兴建了许多新的化学纤维厂。这些厂大都是由我国自己设计的，主要设备也都是自己制造的。同时，化学纤维专业的科学技术队伍，也在日益成长和壮大。这就为我国进一步大规模地发展化学纤维工业奠定了基础。

我国是一个拥有六亿多人口的国家，随着国民经济的发展和人民生活水平的日益提高，对纺织原料生产提出了越来越高的要求。因此，为了更好地满足国家和人民的需要，必须在发展天然纤维的同时，大力发展化学纤维工业。这是我国经济建设中的一项重要的战略任务。从事化学纤维建设事业的广大职工将在党的正确领导和全国人民的支援下，进一步发扬艰苦奋斗、勤俭建国、自力更生、奋发图强的革命精神，克服一切困难，出色地完成这一光荣而艰巨的任务。

第二节 化学纤维生产的一般原理和方法

化学纤维的品种虽然很多，但是制造的原理和方法基本类似，可以概括为下列四个过程：

一、高分子原料的获得

化学纖維和天然纖維，都是高分子物质。天然纖維原料全是天然的高分子物质，而化学纖維原料就既可以是天然的高分子物质，也可以是人工合成的高分子物质。

不过，并非所有的高分子物质均可制造化学纖維。用于制造化学纖維的高分子物质，必须符合下列几个要求：

（一）高分子物質必須是綫型結構

高分子物质的结构可分为两大类：一类是线型的，另一类是体型的。只有线型的高分子物质才能溶解或熔化，制成紡絲溶液或熔体。体型的高分子物质不具有溶解和熔化的性质，因此不能用来制造化学纖維。

（二）巨分子間有足够的引力

低分子物质所以不能紡制纖維，是因为分子间的引力过小。液态的高分子物质，显然由于分子间引力小，亦不能拉成连续的絲条。

高分子物质的巨分子间的引力，决定于分子链上极性基的多少和强弱程度。极性基越多，极性越强，则巨分子间的引力越大，制成纖維的强度亦越大。

纖維素及蛋白质因巨分子上有极性基，分子间存在氢鍵，引力较大，因此可以紡制纖維。

橡胶也是高分子物质，但巨分子上没有极性基团，支链多，分子间的引力小，因此不能紡制纖維。

某些高分子物质（如聚甲基丙烯酸酯）的巨分子上虽有极性基团，但因有体积庞大的侧链存在，影响着巨分子的靠拢，因此亦不能紡制纖維。而另一方面，有些高分子物质的巨分子上虽没有极性基团，但因巨分子上的侧链小或者完全没有，巨分子的空间结构有规律，容易整齐地排列及贴近，分子间的作用力显著（如等规聚丙烯），因此也可以成为优良的纖維原料。

(三) 适当的聚合度

高分子物质的巨分子间的引力随着聚合度的上升而增加。任何高分子物质在呈现机械性能以前的最低聚合度，称做临界聚合度。

各种高分子物的临界聚合度不同，因为组成高分子物质基本链节上所含的极性基的数目以及极性的强弱程度不同。

纤维的强度和高分子物的聚合度有关，最初是随聚合度的上升而增加的；但在超过一定的范围后，聚合度再上升，强度几乎不变。因此供制造纤维的高分子物质应该有适当的聚合度，而不是最高的聚合度。表1—6列举了一些纺制化学纤维的聚合物的平均聚合度。

表1—6 一些纺制化学纤维的聚合物的聚合度

聚 合 物	聚 合 度		分 子 量	
	原 料	纤 维	原 料	纤 维
纤维素	800~1000	300~400	140000~162000	50000~65000
醋酸纤维素酯	300~400	300~400	75000~100000	75000~10000
聚乙烯	500~1000	500~1000	7000~14000	7000~14000
聚己内酰胺（卡普纶）	100~200	100~200	11000~22000	11000~22000
己二酸和己二胺的缩聚产物（耐纶66）	50~100	50~100	11000~22000	11000~22000

二、纺丝熔体或纺丝液的制备

对于那些分解温度高于熔点温度的高分子物质，可以直接把聚合体熔化成熔体，然后进行纺丝。例如杂链合成纤维，特别是聚酰胺纤维和聚酯纤维，都采用此法纺制。但对于那些分解温度低于熔点温度的高分子物质，则必须选择适当的溶剂把聚合体溶解成纺丝液，然后进行纺丝。为了减少溶剂的消耗量，以及降低